

# 자동이탈식 비상침선표지 개발을 위한 개념설계 연구

국승기\* · 박혜리\*\*†

\* 한국해양대학교 해양경찰학과, \*\* 한국해양대학교 대학원

## The Conceptual Design of Auto Releasing Emergency Wreck Marking Buoys

Seung-Gi Gug\* · Hye-Ri Park\*\*†

\* Department of Maritime Police Science, Korea Maritime & Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\* Department of Maritime Police Science, Graduate School of Korea Maritime & Ocean University, Busan 49112, Korea

**요 약** : 항로표지란 해상교통의 안전을 도모하고 선박운항 능력을 향상시키기 위한 해양교통안전시설로 새로운 위험물(New Danger)은 측방표지, 방위표지, 고립장해표지 등을 이용하거나 비상침선표지(Emergency Wreck Marking Buoy)를 사용하여 적절하게 표시하여야 한다. 그러나, 침선표지의 경우 설치의 신속성, 정확성, 부표의 특성 등의 문제로 인해 실질적인 설치·운영상의 문제가 제기 되고 있으며, 선박 침몰 사고의 경우 기상악화, 해역의 특성, 사고 위치의 확인이 어려워 신속한 신위험물표지(New Danger Mark) 설치가 어려운 실정이다. 이 연구는 항상 선박 상감판에 부착된 해양안전설비 중 하나로 Maritime Buoyage System(MBS)에 근거한 자동이탈식 비상침선표지를 개발하였다. 자동이탈식 비상침선표지(Auto Releasing Emergency Wreck Marking Buoy)는 총 3개의 세부기술(자동이탈, 자동릴체인, 자동구동등명기)로 구성되며, 선박 상감판에 부착된 자동이탈식 비상침선표지가 선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 시 일정수압에 의해 자동으로 이탈(Auto Release) 후 자기 부상(Auto Buoyance)하여 사고 발생 지점에 신속하고 정확하게 설치된다. 이러한 자동이탈식 비상침선표지는 선박의 항해안전을 위협하는 장애물로부터 해당 해역에서의 2차 사고를 방지하고, 신속한 수색 및 구조가 이루어질 수 있도록 한다.

**핵심용어** : 신위험물표지, 자동이탈식 비상침선표지, 자동이탈장치, 자동릴체인, 자동구동등명기

**Abstract** : Aids to Navigation (AtoN) are marine traffic facilities to improve the safety and efficiency of shipping. "New Dangers" should be appropriately marked using lateral, cardinal or isolated danger marks or by using an Emergency Wreck Marking Buoy. However, Emergency Wreck Marking Buoys are difficult to implement in terms of speed and accuracy of installation. In the case of sinking accidents, it is often difficult to immediately install an Emergency Wreck Marking Buoy because of weather conditions, the marine environment or accident positioning. This study concerns Auto-Releasing Emergency Wreck Marking Buoys, which should be installed in all vessel for safe marine navigation and efficient maritime transport with reference to the Maritime Buoyage System (MBS). Auto-Releasing Emergency Wreck Marking Buoys include an auto-release unit, auto reel chain and auto lighting lantern. These buoys can be automatically released from the deck of a vessel and will float in the water for quick installation at the scene of an accident, even in the case of sinking accidents. Auto-Releasing New Mark Buoys are expected to reduce to installation process, prevent secondary accidents by the risk of navigation and be search and rescue rapidly.

**Key Words** : New Danger Mark, Auto-Releasing Emergency Wreck Marking Buoy, Auto-Release Unit, Auto-Reel Chain, Auto-Lighting Lantern

### 1. 서 론

항로표지(Aids to Navigation)란 해상교통의 안전을 도모하고 선박운항 능력을 향상시키기 위한 해양교통안전시설로

서 국제적으로 IALA(International Association of Marine aids to navigation and Lighthouse Authorities, 국제항로표지협회)에서 관련 규정 및 권고사항에 따라 적용하고 있다. 그 중 항해용 해도 등의 수로서지에 기재되어 있지 않고, 새롭게 발견된 위험장해물을 "신위험물(New Danger)"이라고 정의하고 있으며, 사주나 암초 등의 자연적 장해물 또는 침선과 같은 인위적 장해물을 포함한다. 신위험물(New Danger)은 측방표지, 방위표지, 고립장해표지, 비상침선표지(Emergency Wreck Marking

\* First Author : cooksg@kmou.ac.kr, 051-410-4227

† Corresponding Author : hr100114@hanmail.net, 051-410-4835

※ 이 논문은 "자동이탈식 위험표시부표 개발에 관한 연구"란 제목으로 "2016 춘계공동학술대회 한국항해항만학회논문집(백스코, 2016.5.19.-20.)"에 발표되었음.

Buoy)를 사용하여 적절하게 표시되어야 한다(IALA, 2014a).

그러나 침선표지의 경우 설치의 신속성, 정확성, 부표의 특성 등의 문제로 인해 실질적인 설치·운영상의 문제가 제기되고 있으며, 선박 침몰 사고의 특성 상 기상악화, 해역의 특성, 사고 위치의 확인이 어려워 신속한 항로표지 설치가 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서 선박 상갑판에 부착 가능한 비상침선표지를 장착하여 선박이 좌초·전복·침몰 등 해양사고가 발생하였을 경우 일정수압에 의해 자동으로 이탈(Auto Release) 후 자기 부상(Auto Buoyance)하여 사고 발생 지점에 신속하고 정확하게 설치되도록 하는 시스템을 개발하고자 한다.

## 2. 비상침선표지 관련 법규 및 운영현황

### 2.1 비상침선표지 관련 규정

#### 1) IALA NAVGUIDE 및 권고서

IALA(2005b)는 2002년 도버해협 Tricolor호 침몰사고 이후 사고지점을 빠르고 정확하게 표시하여 사고를 방지하는 등 효과적인 대응을 위한 항로표지의 필요성을 인식하였으며, 2005년 IALA 지침서 No. 1046(IALA, 2005a)을 제공하였다. 이후 IALA Maritime Buoyage System(IALA, 2014b)에 따라 표시할 수 있도록 권고하고 있다. IALA 권고 O-133 비상침선표지(IALA, 2005b)에서 관련된 사항을 규정하여 측방표지, 방위표지, 고립장애표지, 비상침선표지(Emergency Wreck Marking Buoy, Fig. 1)를 사용해 신 위험물을 적절히 표시하도록 하고 신 위험물에 관한 정보가 충분히 공지 되었거나 해결되었다고 판단하는 경우 철거가 가능하도록 하고 있다.

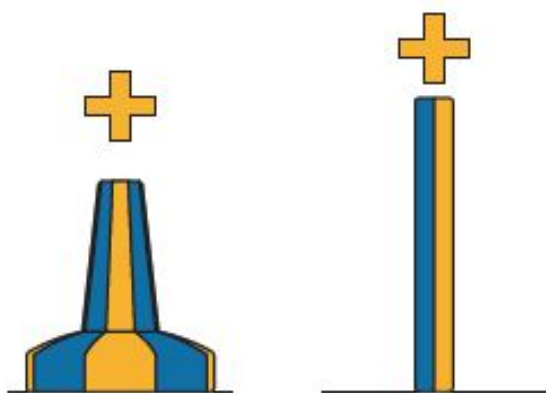


Fig. 1. Description of New Dangers Marks.

또한 비상침선표지와 관련하여 IALA NAVGUIDE(IALA, 2014b)에 Table 1과 같이 상세내용을 규정하고 있으며, 특히

관계 당국이 항해 위험성이 높다고 판단할 경우 1개 이상의 항로표지를 설치 할 의무를 가지도록 하고 있다.

Table 1. Description of New Dangers Marks by IALA NAVGUIDE

		Description
Colour		Blue/Yellow vertical stripes in equal number dimensions (minimum 4 stripes and maximum 8)
Shape of buoy		Pillar or spar
Top-mark (if any)		Vertical/perpendicular Yellow cross
Light	Colour	Yellow/blue alternating
	Rhythm	One second of blue light and one second of yellow light with 0.5 sec. of darkness between

#### 2) 항로표지법 시행령 및 항로표지의 기능 및 규격에 관한 기준

우리나라의 비상침선표지에 관한 법규는 항로표지의 기능 및 규격에 관한 기준(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015b) 제15조(신위험물표지의 기능)에 따라 위험물은 모래톱, 암초 등과 같은 자연적인 장애물과 침몰, 좌초 선박과 같은 인위적인 장애물을 포함하여 수로도지에 등재되지 않은 새롭게 발견된 위험물들을 표시하기 위한 것으로 신위험물표지를 정의하고 있다.

또한 비상침선표지의 설치와 관련해서는 항로표지법시행령(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015a) 제7조(선박 침몰·좌초 시 항로표지 설치 의무)에 명시하고 있으며 선박의 침몰 또는 좌초사고 발생 시 선박의 소유자가 선박의 침몰·좌초 일시, 위치 및 선박의 크기 등을 해양수산부장관에게 통보하고 침몰·좌초선박을 표시하기 위한 항로표지를 설치하도록 하고 있다.

### 2.2 비상침선표지 국내외 운영 현황

#### 1) 국내 비상침선표지 운영현황

2010년 백령도 앞바다에 일어난 천안함 사고의 경우 사고 발생 시부터 인양 시까지 약 1개월 이상의 기간이 소요되었으며 이 기간에 해군은 표준형 비상침선표지를 설치한 것이 아니고 위치를 식별할 수 있는 부이를 Fig. 2와 같이 설치하였다. 이는 신속성과 편의적인 측면을 고려하여 설치한 것으로 판단된다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2013).



Fig. 2. New Dangers Marks of Cheonanham (2010).

보도자료에 따르면 천안함 사건당시 설치된 부이는 크기 가로 60 cm, 세로 90 cm, 높이 2.4 m로 스티로폼 재질(외부: 선박용 섬유강화플라스틱(FRP))의 부이 형태였으며, 원거리에서도 식별이 가능하도록 주황색으로 만들어졌다. 또한 부표 위에는 태양등을 설치해 낮 동안 태양광 에너지를 충전해 야간에도 불빛을 낼 수 있게 하여 그 기능을 수행하였다. 당시 해군은 군의 정식 부표를 설치할 경우 설치비 6억여원과 유지비 1억5천여만원 등 관리비가 부담될 것으로 판단, 1천만원 정도의 비용으로 간이 부표를 설치하였다.

또한 2014년 4월 16일 인천에서 제주로 향하던 여객선 세월호가 진도 인근 해상에서 침몰한 사고로 현재(2016년 3월 기준)까지 인양이 이루어지지 않았다. 세월호 사고 직후 해양수산부는 사고해역의 기상 및 해역여건 상 철재부표의 설치 어려움이 있어 Fig. 3과 같이 3개의 부이를 선박과 연결하여 임시적으로 설치하였다.



Fig. 3. Emergency Wreck Marking Buoy of Sewol (2014).

이후 Ministry of Oceans and Fisheries(2015a)는 항로표지법시행령 제7조(선박 침몰·좌초 시 항로표지 설치 의무)에 따라 Fig. 4와 같이 철재 등부표를 설치하여 주변을 통항하는 선박의 안전운항을 목적으로 2차사고 방지 등의 기능을 수행하고 있다.





Fig. 4. New Dangers Marks of Sewol (KBS, 2014).

## 2) 국외 비상침선표지 운영현황

외국의 비상침선표지 운영현황을 살펴보면 IALA(2014b)에서 권고하고 있는 비상침선표지를 사용하고 있다. 특히 부표를 경량화하기 위하여 플라스틱과 폴리스티렌 폼 재질을 활용하고 있다. 외국에서 활용되고 있는 경량 비상침선표지 현황은 Table 2와 같다.

- 도색 : IALA 권고를 따름
- 크기 : 1500 mm 이하(성인의 눈높이 이내)
- 재질 및 중량 : 플라스틱 재질로 경량화 함
- 등명기 : 태양전지를 활용한 일체형 등명기 적용
- 두표 : (설치 여부) 국가별로 상이함

Table 2. New Dangers Marks (United Kingdom, Spain)

	United Kingdom	Spain
Shape		
Color	Vertical Yellow cross	
Quality	Polystyrene form	-
Size	-	1200 mm
Weight	261 kg	240 kg
Top-mark	-	○

### 3) 비상침선표지 운영상 문제점

선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고의 경우 예고된 것이 아닌 선박 항해 중 언제 어디서든지 발생할 수 있으며, 이에 사고 발생 시 주변을 통항하는 선박의 안전항행 및 구조요청 등의 목적으로 사고 즉시 정확하게 그 위치를 식별할 수 있도록 해야 한다. 국내외 운영현황을 살펴본 결과 신속성 측면에서 침몰사고 발생 해역 및 기상여건 등의 이유로 즉각적인 대응이 어려운 실정으로 특정해역에서 발생할 경우 제2의 사고 발생 가능성 높은 실정이다. 또한 설치 및 철거 측면에서 살펴보면 현재의 비상침선표지는 자체의 중량이 500 kg 이상으로 설치 시 다수의 인력과 특수 장비(크레인 등)가 필요하기 때문에 항만당국이 침선 위치를 접수 받은 직후 설치가 어려운 실정이다.

## 3. 자동이탈식 비상침선표지 개발

### 3.1 개발 개요

국제항로표지협회(IALA, 2014b)에서 국제적으로 적용하고 있는 Maritime Buoyage System(MBS)을 근거로 새로운 위험물을 표시하기 위한 자동이탈식 비상침선표지를 개발하였다. 자동이탈식 비상침선표지는 Fig. 5와 같이 ① 자동이탈기술, ② 자동릴체인기술, ③ 자동구동등명기 기술로 구성된다.

자동이탈식 비상침선표지는 선박 안전설비로 선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생에 대비하여 상시 선박 상갑판 등에 설치하여 관리·운영한다(Fig. 6).

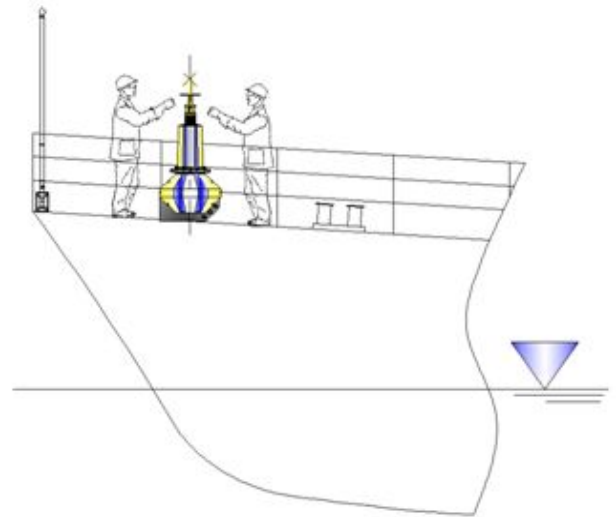


Fig. 6. Auto Releasing New Danger Mark Buoy on deck.

해양사고 발생 시 선박이 침몰할 경우 비상침선표지에서 일정수압을 감지 후 자동 이탈(Auto Release)되어 수면 상으로 자기 부상(Auto Buoyance)된다. 이는 사고 발생 지점의 위치를 즉각적으로 정확하게 표시함에 따라 선박의 항해안전을 위협하는 장애물로부터 해당해역에서의 2차 사고를 방지하고 신속한 수색·구조가 이루어 질 수 있도록 한다.

또한 선박의 크기 및 항행범위에 따라 설치 기수 및 크기를 결정할 필요가 있으나 국외사례조사 및 국내규정(2015b)에 따른 부표 설계 조건을 고려하여 부표크기, 부표직경, 두 부표의 크기를 Fig. 7과 같이 개념 설계하였다.

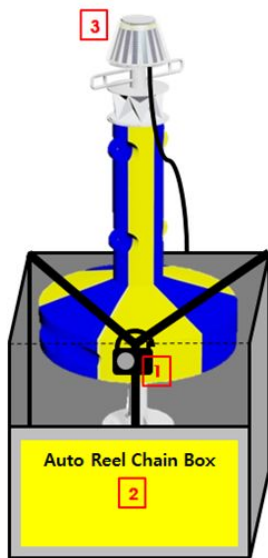


Fig. 5. Auto Releasing New Danger Mark Buoy.

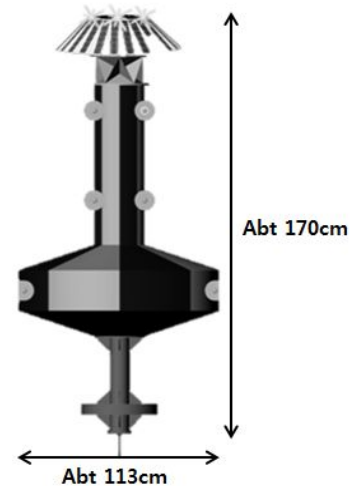


Fig. 7. Conceptual Design of Auto Releasing New Danger Mark Buoy.

## 자동이탈식 비상침선표지 개발을 위한 개념설계 연구

- 부표크기 : 150 cm(성인의 눈 높이 이내)
- 부표직경 : 최소 100 cm 이상
  - 부표크기는 시인성 등을 고려하여 부표직경 0.75~1.5배의 적정한 것으로 규정(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015b)
- 두표 : 33 cm 이내
  - X, +형 한 변의 길이는 표체 직경의 약 33%로 규정(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015a)

### 3.2 자기부상(Auto Buoyance)을 위한 자동이탈(Auto Release) 장치

비상침선표지는 항시 선박 상갑판상에 부표거치대에 위치하여 고정벨트에 의해 고정되어 있으며, 사고 발생 시 수압에 의해 고정된 후크(Hook)가 열려 침선표지가 자동으로 이탈되게 되는 형태이다. 이때 비상침선표지를 고정시킨 자기부상을 위한 자동이탈장치(Auto Release unit)는 Fig. 8과 같다.

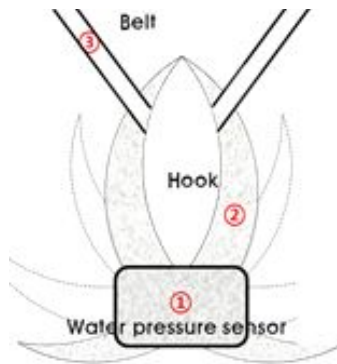


Fig. 8. Hook in auto release unit.

해양사고 발생 시 내부 수압측정장치에 일정 수압 이상이 감지될 경우 후크(Hook)가 열려 고정된 벨트가 풀리게 되며, 비상침선표지가 자동이탈 후 자기 부상되어 수면 상에 설치되도록 설계한다. 수압측정장치는 자동으로 수압을 감지하여 1.5m~4m 사이 수심에서 작동하는 원리로 일정 수압을 감지하여 후크(Hook)와 연결된 등부표 고정벨트가 동시에 풀려 부표거치대에 고정된 등부표가 자동으로 부상하게 된다.

자동이탈기술의 경우 현재 선박에 의무적으로 설치되어 있는 구명정(Life Raft) 및 비상용위치표지무선장치(EPIRB, Emergency Position Indicating Radio Beacon) 등에 적용되는 기술이지만 이를 비상침선표지와 연계하여 자기 부상할 수 있도록 설계한 것이 특징이라 할 수 있다.

자동이탈장치(Auto Release unit)는 선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 시 선박에 부착된 비상침선표지가 일

정수압에 의해 자동으로 이탈 후 자기 부상하기 위한 장치로 사고 발생 지점의 위치를 표시하도록 하는 기술 설계를 통해 해당해역에서의 2차 사고를 방지하고 즉각적인 수색·구조가 가능할 것이다.

### 3.3 자동릴체인(Auto Reel Chain)

자동릴체인은 선박의 사고 발생 후 선박에 부착된 비상침선표지가 일정수압에 의해 자동으로 이탈하게 되고 자기 부상함에 따라 해양사고 발생해역의 수심 및 해역의 여건 등을 고려하여 자동으로 체인이 신출되어 부표가 해면상에 도달할 수 있도록 한다.

일반적으로 1.5m~4m 사이의 수심에서 자동으로 작동하도록 설계된 수압이탈장치를 고려하여 설치선박의 크기 및 주요항로 등을 기반으로 적정한 체인을 신출할 수 있도록 설계한다. 점차 선박이 대형화 되고 있으나 100m 이상의 침선의 경우 선박 통항의 중요한 장애물로 작용하지 않을 것을 고려하여 최대 100m까지 신출될 수 있도록 하였다.

체인은 부표거치대 상에 위치한 Auto Reel Chain Box에 보관하도록 하고 자동이탈장치의 후크와 동시에 열리며, 로프 끝단의 경우 부표와 선박에 각각 연결하고 나머지 여유 로프의 경우 부표 내 적재하여 사고 발생 시 수심에 따라 자동 신출 후 부표가 해면상에 도달했을 때 자동 고정되도록 한다.

Auto Reel Chain Box 내에 위치한 자동릴체인 구동장치의 원리는 Fig. 9와 같다. 침선표지 체인의 길이를 자동으로 조절하기 위한 장치로 선박 침몰 후 장치 내 설치된 추가 중력에 의해 아래로 떨어지게 되고, 추와 연결된 축이 이동하여 도르래에 감긴 체인이 풀리게 된다. 이후 침선이 해저에 도달하게 되면 추에 작용하는 중력과 부력이 같아지는 시점 이후 부력에 의해 위쪽으로 힘이 작용하게 되고, 이때 축이 도르래에 걸려 체인을 고정시키게 된다.

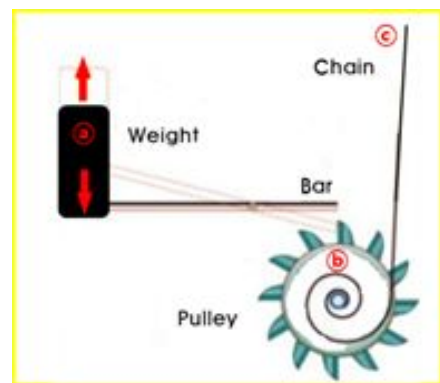


Fig. 9. The principle of Auto Reel Chain.

### 3.4 자동구동등명기(Auto Lighting Lantern)

자동구동등명기는 주·야간에 비상침선표지의 위치 및 선박사고지점을 육안으로 식별이 가능하도록 표시하기 위한 장비이다.

침선표지 자체에 설치된 등명기는 선박으로부터 자동 이탈됨과 동시에 자동으로 점등될 수 있도록 한다. 자동구동 등명기는 Fig. 10과 같은 형태로 등명기 전체가 수밀구조 형태이며, 그 내부에 부표거치대와 연결된 자동구동장치를 설치하여 등부표 이탈 시 자동으로 등명기에 전원이 공급되어 작동 할 수 있도록 설계하였다. 이후 침선표지가 수면 상에 적절히 설치되면 태양전지판에 의해 지속적으로 전기를 공급받아 설치·운영기간동안 이용할 수 있도록 한다.

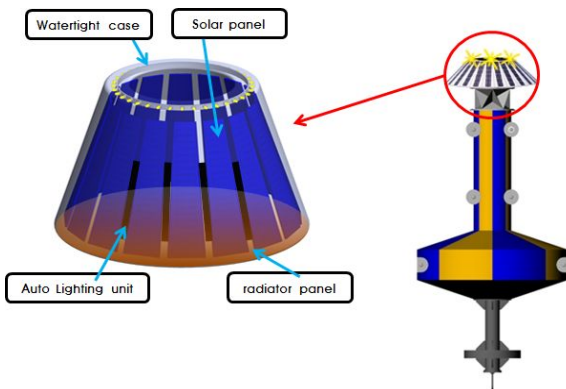


Fig. 10. Auto Lighting Lantern.

## 4. 결론 및 기대효과

본 연구는 항상 선박 상감판에 부착된 해양안전설비 중 하나로 국제항로표지협회(IALA)에서 국제적으로 적용하고 있는 Maritime Buoyage System(MBS)을 근거한 자동이탈식 비상침선표지를 개발하였다.

선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 시 선박 상감판 등에 설치된 비상침선표지는 내부 수압측정장치에서 일정수압이 감지됨에 따라 부표거치대에 고정된 등부표가 자동이탈 하게 되고, 자동릴체인 기술을 적용하여 사고발생 해역 수심에 따라 최종적으로 비상침선표지가 수면에 도달 하게 되어 적절하게 설치될 수 있도록 하였다. 이탈과 동시에 자동으로 구동되어 주·야간 작동할 수 있는 자동구동 등명기 적용하였다. 특히 자동구동등명기는 선박에서 이탈되고 지속적으로 작동되어야 하기 때문에 등명기 하부에 위치한 방열판을 통해 등명기 내부의 열을 발산시켜 일정온도를 유지하도록 하며, 내식시험, 온도반복시험, 강도시험 등을 통해 그 요건에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

이러한 자동이탈식 비상침선표지는 선박의 항해안전을 위협하는 장애물로부터 해당 해역에서의 2차 사고를 방지하고, 신속한 수색 및 구조가 이루어질 수 있도록 한다. 또한 사고 후 사고 위치에 부표를 설치해야 하는 과정을 생략할 수 있어 시간, 인력, 비용 절감 효과 및 사고 발생 시 신속·정확하게 비상침선표지가 설치 될 수 있을 것이다. 이번 연구를 통해 선박 및 항공기 등의 수중 침몰 시 위치 추적이 어려운 경우 등 다양한 분야에서도 적용 가능할 것으로 기대된다.

## References

- [1] IALA(2014a), IALA NAVGUIDE 2014, p. 76.
- [2] IALA(2014b), IALA NAVGUIDE 2014, MARITIME BUOYAGE SYSTEM, p. 6.
- [3] IALA(2005a), IALA Guideline 1046 A Response Plan for the Marking of New Wreck, pp. 5-6.
- [4] IALA(2005b), IALA Recommendation O-133 Emergency Wreck Marking Buoy, p. 4.
- [5] KBS(2014), MV Sewol, <http://news.kbs.co.kr/>.
- [6] Ministry of Oceans and Fisheries(2013), A study on the basic and working design for the mooring and special buoy, pp. 3(63)-3(66).
- [7] Ministry of Oceans and Fisheries(2015a), Aids to Navigation Act, p. 2.
- [8] Ministry of Oceans and Fisheries(2015b), Regulations on the function and standard of Aids to Navigation, p. 7.

Received : 2016. 05. 02.

Revised : 2016. 06. 17. (1st)

: 2016. 07. 10. (2nd)

Accepted : 2016. 08. 29.